

En el cebo intensivo de corderos, a base de paja de cereal y pienso compuesto, los rendimientos obtenidos suelen ser muy elevados. Sin embargo estas dietas pueden predisponer al padecimiento un riesgo de acidosis ruminal.

Control ruminal mediante bicarbonato sódico

Para mantener el pH del rumen dentro de un rango adecuado

R. Bodas¹, F.J. Giráldez², S. López¹ y A.R. Mantecón².

¹Dpto. de Producción Animal I. ULE. Unidad Asociada al CSIC.

²Estación Agrícola Experimental. CSIC.

Con la finalidad de conseguir una elevada ganancia diaria de peso, así como un óptimo índice de conversión, en los sistemas de cebo intensivo los corderos son alimentados a voluntad con paja de cereal y pienso compuesto, constituido fundamentalmente por cereales. En estas condiciones de alimentación, los animales consumen una elevada cantidad de pienso, de manera que la ingestión de forraje suele representar menos del 10% del total de la ración consumida. Como puede apreciarse en la **Figura 1**, a medida que aumenta el consumo de pienso, dentro de

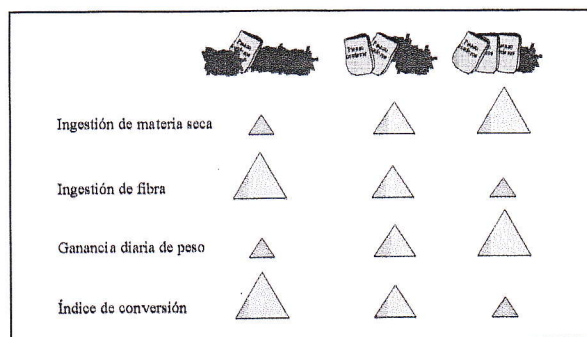
ciertos límites, aumenta la ingestión de energía, aumenta la ganancia diaria de peso y se reduce el índice de conversión. No obstante, el elevado consumo de pienso, como se comenta con mayor detalle en los siguientes apartados de este trabajo, puede afectar al estado de salud y bienestar de los animales y reducir su rendimiento productivo.

Aporte de energía y acidosis

Los animales obtienen la energía para el crecimiento y el engorde, fundamentalmente, de

los carbohidratos y los lípidos presentes en el alimento. Puesto que un elevado porcentaje de grasa en la dieta de los rumiantes ocasionaría problemas de disbiosis debido a sus efectos sobre los microorganismos del rumen, la principal fuente de energía para este tipo de animales la representan los carbohidratos. En el **cuadro I** se recoge el contenido de almidón y de grasa de diferentes materias primas comúnmente utilizadas en la alimentación de los rumiantes. Como puede observarse, los cereales son alimentos con un elevado contenido de energía, aportada fundamentalmente por almidón. El almidón es un carbohidrato que fermenta rápidamente en el rumen, dando lugar a una gran producción de ácidos grasos volátiles (AGV), que suponen la principal fuente de energía para el rumiante, el cual los absorbe a través de la pared del rumen.

Figura 1. Efecto de la relación forraje:concentrado sobre el rendimiento productivo de los corderos en cebo intensivo.



Sin embargo, una producción excesiva de ácidos grasos volátiles, de tal manera que sobrepase la capacidad de absorción, trae como consecuencia la acumulación de los mismos en el rumen. Dicha acumulación provoca que aumente, a su vez, la concentración de otras sustancias, como el ácido láctico, que es metabolizado más lentamente que los AGV. De este modo se produce un descenso del pH, el cual favorece el crecimiento de los microorganismos productores de ácido láctico, impidiendo el crecimiento de los que lo utilizan, con lo que el proceso sigue una trayectoria espiral que se retroalimenta sucesivamente. Si el pH continúa descendiendo, al final se detendrá la fermentación en el rumen, en el que se acumula una excesiva cantidad de ácido, dañándose la pared ruminal. Gran parte de la carga ácida pasará a la sangre, dando como lugar a una acidemia. El resultado de este proceso conocido como acidosis aguda suele ser fatal para el animal.

No obstante, la disminución del pH puede producirse de una forma más progresiva, sin llegar a la muerte del animal, manifestándose con alteraciones de la pared ruminal, como erosión y ulceración de la misma y ruminitis, lo cual dará lugar a síntomas más difusos. Uno de los más característicos es la ciclicidad en el consumo de alimento, de tal manera que la ingestión aumenta cuando el animal se encuentra mejor y disminuye a medida que aumenta la carga ácida del rumen, después de la ingestión del alimento. Una vez recuperadas las condicio-

nes fisiológicas más favorables, el animal aumenta la ingestión y se repite el proceso.

El aumento de la acidez así provocado puede contrarrestarse, en parte, mediante el flujo de sustancias amortiguadoras provenientes de la sangre, pero principalmente de la saliva. El consumo de forraje promueve la rumia y la producción de saliva; por el contrario, la ingestión de pienso disminuye el tiempo que los animales pasan rumiando y la producción de saliva. De este modo, cuando más necesario es el aporte de sustancias amortiguadoras de la acidez en el rumen, más escasa es su producción. En la **Figura 2** podemos observar de forma resumida los efectos negativos que el elevado consumo de pienso ejerce sobre los animales.

Aditivos modificadores del pH

Una de las soluciones posibles para atenuar los problemas de acidosis es la inclusión en la dieta de aditivos modificadores del pH ruminal. Dentro de éstos podemos encontrarlos con sustancias alcalinizantes y con sustancias amortiguadoras del pH (sustancias tampón o buffer).

Las sustancias alcalinizantes neutralizan los ácidos producidos y aumentan el pH del contenido ruminal. Entre los más utilizados se encuentra el óxido de magnesio, el cual, además de aumentar el pH, mejora la digestibilidad de la fibra. No obstante, si es incluido en una concentración muy elevada puede dar lugar a reacciones de rechazo por parte de los animales y, en conse-

cuencia, provocar descensos en la ingestión.

Puesto que los alcalinizantes no son capaces de mantener el pH se recomienda su uso conjunto con sustancias amortiguadoras.

Las sustancias amortiguadoras del pH son aquellas que en solución son capaces de neutralizar los ácidos producidos, manteniendo el pH constante dentro de un rango. Es decir, que dentro del rumen permiten aumentar la concentración de ácidos sin que esto

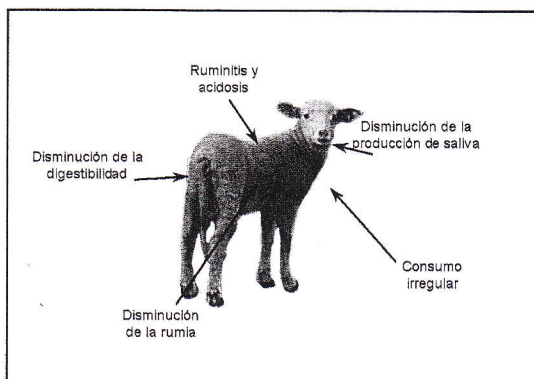


Figura 2. Efectos negativos del elevado consumo de pienso en rumiantes.

conlleve caídas acusadas de pH. Entre las sustancias tampón tenemos las siguientes: bicarbonato sódico, bicarbonato potásico y silicato aluminico (bentonita).

El bicarbonato sódico es obtenido mediante un proceso químico industrial a partir de cloruro sódico y carbonato cálcico. Al contener sodio en su composición, supone un aporte de este elemento, pudiendo sustituir en parte al cloruro sódico. El consumo de este último en grandes cantidades por los animales, además de incrementar el consumo de agua, aumenta la ingestión de cloro, lo cual podría afectar de un modo negativo al balance electrolítico de los animales.

Un exceso moderado de sodio en la ración promueve, además del consumo de agua, el de pienso, incrementando a su vez la duración de la rumia, con los beneficios consiguientes sobre la producción de saliva que hemos comentado anteriormente.

Los efectos del bicarbonato observables en los parámetros relativos a la producción, y

CUADRO 1. Contenido de energía neta para el cebo y contenido de almidón y de grasa de diferentes materias primas.

Materia Prima	UFC* UFC/kg MS	Grasa % MS	Almidón % MS
Maíz	1,27	4,7	72
Trigo	1,19	2,0	67
Cebada	1,15	2,2	59
T. Soja	1,15	2,0	<1
Algodón	1,29	33,4	<1
Ensilado de maíz	0,80	5,7	28
Heno de alfalfa	0,55	1,3	<1
Heno de hierba	0,50	1,8	<1
Paja de cebada	0,33	2,1	<1

* UFC = Unidades forrajeras carne (energía neta para el cebo). 1 UFC = 1,82 Mcal.

acciones en el rumen y en los procesos que aquí tienen lugar, se comentan a continuación.

Consumo de alimento

El consumo de alimento por parte de los animales puede verse afectado por la inclusión de bicarbonato sódico en la dieta, si bien el efecto parece depender de la dosis incluida en el pienso.

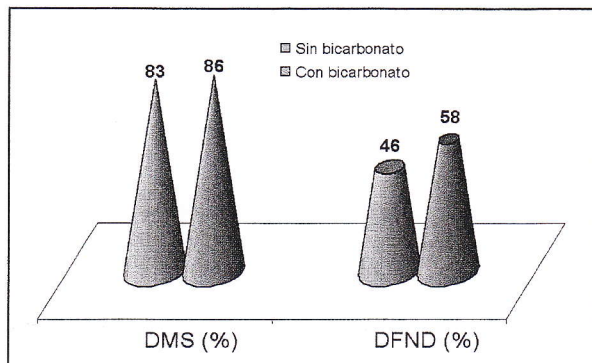


Figura 3. Efecto de la inclusión de un 2% de bicarbonato sódico en el pienso sobre la digestibilidad de la materia seca (DMS) y de la fibra (DFND) de corderos criados en condiciones de cebo intensivo.

Así, porcentajes de inclusión excesivamente bajos (menores al 1%) no parecen influir en la ingestión de materia seca, obteniéndose como única respuesta un aumento en el consumo de agua.

Por el contrario, se han constatado aumentos en la ingestión como respuesta a la inclusión de bicarbonato sódico en la ración hasta niveles del 2,25%. Además, el consumo de alimento se hace de una forma más uniforme, al revés de lo que sucede con los animales en cuya dieta no se

incluyó el bicarbonato, los cuales disminuyen temporalmente la ingestión como respuesta a la acidosis ruminal.

Conviene señalar, no obstante, que un exceso de bicarbonato sódico en la dieta (tan elevado como un 8%) puede provocar descensos en la ingestión, debido a que se produce un aumento en la osmolaridad del líquido ruminal que induce al animal a reducir el consumo de alimento. En el **cuadro II** podemos observar los efectos que diferentes dosis de inclusión de bicarbonato sódico en el pienso tienen sobre la ingestión de materia seca.

Los animales son capaces de distinguir entre un pienso al que se le ha incluido bicarbonato sódico y otro que no lo contiene. Así, tras la ingestión de una dieta con una gran cantidad de cereales, cuando a los animales se les ofrece un pienso con bicarbonato y otro sin él, eligen el primero, independientemente de su sabor. De igual modo sucedió con animales a los que se había inducido un acidosis mediante la sobrecarga del rumen con cereales molidos; cuando se les ofrecieron pellets con y sin bicarbonato, se decantaron por los primeros. No obstante, aunque son capaces de distinguir entre la presencia o no de bicarbonato, parece que no pueden hacer distinciones entre distintos niveles de inclusión del mismo en el pienso dentro de un rango comprendido entre el 1 y el 4%.

Al igual que sucede con el pienso, son capaces de distinguir entre agua a la que se ha añadido bicarbonato sódico y otra a la que no, prefiriendo la primera cuando la dieta que están recibiendo tiene un elevado contenido de pienso. Ocurre de un modo parecido cuando se les permite elegir entre agua con cloruro sódico y agua con bicarbonato; escogen esta última, lo cual hace pensar que la respuesta está relacionada con la adición del bicarbonato.

Digestibilidad de la ración

Se ha visto que la utilización de bicarbonato sódico en dietas concentradas provoca un aumento en la digestibilidad de los nutrientes. Tanto la digestibilidad de la materia seca de la ración como la de la materia orgánica pueden verse incrementadas por la inclusión de bicarbonato sódico en la ración.

Asimismo se han encontrado valores de digestibilidad mayores para la proteína bruta, además de producirse un aumento del aporte de aminoácidos al intestino delgado y del nitrógeno microbiano que sale del rumen, en aquellos casos en los que se incluía bicarbonato sódico en la ración, si los comparamos con aquellos en los que dicho aditivo no era incorporado.

Es preciso señalar, no obstante, que diferentes estudios no han registrado variaciones en la digestibilidad de la materia seca (MS), de la materia orgánica o de la proteína en respuesta a la administración de bicarbonato.

El efecto más característico sobre la digestibilidad parece residir en la fibra neutro detergente (FND). En un experimento realizado en la EAE-CSIC, en el cual se contrastó la adición de un 2% de bicarbonato sódico al pienso frente a la ausencia del mismo, no se observó efecto alguno del bicarbonato sódico sobre la digestibilidad de la MS, pero sí sobre la digestibilidad de la FND. Como puede apreciarse en la **Figura 3**, la inclusión de un 2% de bicarbonato en el

CUADRO II. Efectos de diferentes dosis de bicarbonato sódico en el pienso sobre los rendimientos productivos de corderos en fase de cebo.

Raza	Rango de peso	Dosis de bicarbonato (%)	Efecto sobre GDP (%)	Efecto sobre IC (%)	Efecto sobre IMS (%)	Fuente
	15-35	3	+18	-15	+2	Corcuera et al., 1977.
		6	+31	-9	+12	
Rambouillet x Hampshire	12-20	2	0	+10	-13	Hart & Doyle, 1985.
Suffolk x Mule	22-42	1,5	+3	0	+2	Mandevu & Galbraith, 1999.
Merino	15-28	1	-2	-3	-2,5	Bodas et al., 2003.
		2	+13	-6	+8	
		3	+5	0	+7	
		4	+8	-3	+8	
Malpura	14-23	0,75	+14	-	-13	Santra et al., 2003.
		1,5	+40	-	-3	
		2,25	+22	-	-8	
Malpura	14-25	0,75	+14	+15	+33	Tripathi et al., 2004.
		1,5	+39	-7	+30	
		2,25	+23	-1	+14	
Merino	15-25	2	+12	-12	+3	Bodas et al., datos sin publicar

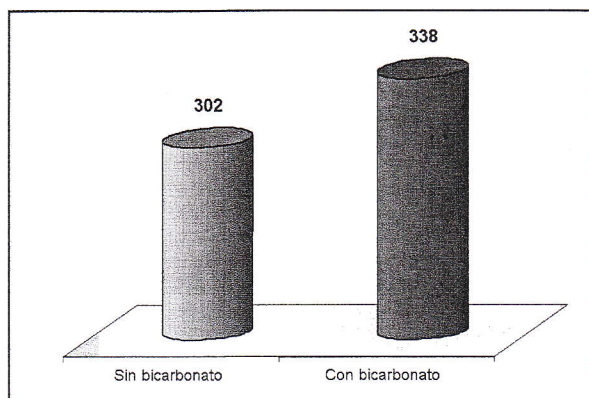


Figura 4. Efecto de la inclusión de un 2% de bicarbonato sódico en el pienso sobre la ganancia diaria de peso (g/día) de corderos durante el cebo intensivo.

pienso aumentó la digestibilidad de la FND en un 26%.

Los cambios observados en parámetros como la digestibilidad o el consumo de alimento se encuentran a su vez mediados por las modificaciones que tienen lugar en el pH y la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen.

El aumento del pH y de la actividad celulolítica que tiene lugar en el rumen tras la inclusión de bicarbonato sódico en la dieta conlleva un incremento en la digestibilidad de la fibra de la ración.

Los ácidos grasos volátiles son el producto de la fermentación microbiana de los carbohidratos del alimento en el rumen, y suponen, una vez absorbidos a través de la pared ruminal, la principal fuente de energía para el rumiante. Si bien algunos autores no señalan cambios en la producción total de ácidos grasos volátiles tras incluir bicarbonato sódico en la dieta, es frecuente que el uso de este aditivo incremente la producción de dichos ácidos. Asimismo, pueden alterarse sus proporciones, dando lugar a un mayor porcentaje de acético aquellas dietas que contienen bicarbonato en su composición.

No obstante, niveles inferiores al 1% no producirían cambios apreciables ni en la producción total ni en sus proporciones.

Ganancia diaria de peso e índice de conversión

Los cambios que la inclusión de bicarbonato sódico en la dieta produce sobre la ingestión de alimento, la digestibilidad, el pH y la producción de ácidos grasos volátiles pueden verse reflejados en última instancia sobre algunos de los parámetros productivos de los animales, como son la ganancia diaria de peso (cantidad de peso que aumenta un animal en un día) o el índice de conversión (kg de pienso que de-

be comer un animal para aumentar un kg su peso).

Si bien algunos autores no observaron cambios en dichos parámetros, probablemente debido a las bajas dosis de inclusión (inferiores al 1,5%), niveles entre el 2 y el 6% sí proporcionaron mayores ganancias diarias de peso y menores (y por tanto mejores) índices de conversión. Estos resultados serían observables para niveles de inclusión de hasta el 6% ya que, como hemos visto, dosis muy elevadas provocan reacciones de rechazo por parte de los animales, por lo que el consumo de alimento sería menor; de este modo también sería inferior la ganancia diaria de peso.

En un experimento llevado a cabo por nuestro grupo de trabajo observamos que la ganancia diaria de peso era numéricamente un 13% mayor para los corderos que recibían bicarbonato sódico en una proporción del 2% sobre el pienso (Figura 4), y su índice de conversión un 12% menor (Figura 5). En el cuadro II se recogen datos de diferentes estudios sobre el efecto de la adición de bicarbonato sódico en la ganancia diaria de peso y en el índice de conversión.

Los cambios que tienen lugar en la ganancia diaria de peso se traducen, finalmente, en una disminución del tiempo que los animales necesitan para alcanzar el peso para el sacrificio. Este hecho determina que los corderos abandonen más rápidamente las instalaciones donde se lleva a cabo el cebo. De este modo puede introducirse otro lote en menos tiempo, con lo que el número de corderos cebados en un mismo lugar y para un periodo de tiempo determinado puede incrementarse. La reducción en la duración del cebo permite, por tanto, recuperar antes la inversión realizada. Esta circunstancia, unida a la reducción producida en el índice de conversión, pone de manifiesto que la inclusión de bicarbonato sódico, en la dosis adecuada, puede contribuir a reducir los costes de producción y mejorar la rentabilidad económica del cebo intensivo de corderos. ●

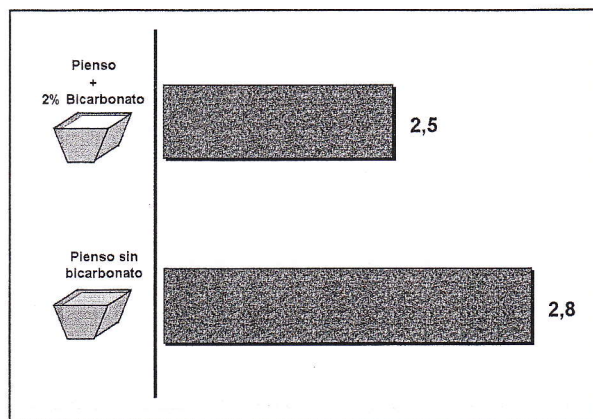


Figura 5. Valores del índice de conversión (kg alimento/kg ganancia diaria de peso) para los corderos recibiendo pienso con bicarbonato y sin bicarbonato.

Este efecto puede ser consecuencia de la capacidad buffer del bicarbonato, dado su carácter de sustancia amortiguadora, o bien del aumento en la población de protozoos, capaces de retener almidón y ralentizar con ello la fermentación, previniendo descensos en el pH. El resultado es, en cualquier caso, un pH más cercano a los valores normales (en torno a 6,5) y por tanto menos perjudicial para el animal.